

Zigbee 技术 应用于台风风速(压)实测研究

□ 江涛 唐余亮 雷鹰 厦门大学通信工程系

大气边界层内风特性(无论是常态风还是台风)的实测工作是风工程学科中最重要的基础研究内容之一。平均风速(压)的高度剖面、脉动风速(压)的功率谱密度函数、脉动风速的紊流积分尺度以及脉动风速(压)的纵向与横向相关性等表达式的确定都必须建立在实测的基础上。现今众多的理论公式和参数都是针对常态风给定的,关于沿海城市台风(或飓风)这些特性的研究则很少见诸文献。基于上述原因,国家自然科学基金重大研究计划“重大工程的动力灾害”对沿海城市台风特性的实测研究给予了大量的经费资助(广州气象局、上海气象局、哈工大深圳研究院、同济大学等单位承担)。各承担单位在具体台风的风速测量上进行了较多的工作,如深圳地王大厦[1]、上海金茂大厦[2]、上海环球金融中心[3]等建筑物顶部的台风风速实测,通过探空气象气球、移动气象雷达车等设备进行的台风风速高度剖面实测等等。基于上述工作,各项目组在国内外期刊上发表了较多的相关论文,取得了阶段性的成果。与此同时,遭受台风时建筑物表面的风压实测工作却极少开展,其主要原因是风压实测条件要求严格,很难找到相应的实测载体以及布线方式和仪器避雷问题难解决等等,因此相关文献极少见诸文献。在这篇文章中,针对上述需求制定出的无线传感器网络系统,可以在实际环境中很好的工作,为台风测量

研究提供可靠的数据。

Zigbee 无线网络

1. Zigbee 简介

Zigbee 是 Zigbee 联盟在 IEEE802.15.4 定义的物理层和媒体访问控制层基础上制定的 LR-WPAN 技术规范。基于 802.15.4 定义的 Zigbee 具有以下特点:在 2.4GHz 频段有 16 个信道可供选择,250kbps 数据速率,支持时隙保证机制,竞争期通过 CSMA-CA 机制访问信道,支持星状、网状和树簇状网络拓扑结构,网络节点容量可达 65535 个,可支持 16bit 短地址和 64bit 扩展地址通信,极低功耗。Zigbee 设备可以分为 3 类:协调器、路由器和普通节点,协调器起控制中心的作用。

2. 测风速(压)Zigbee 网络结构

在我们设计的这套系统中,各个传感器节点模块按照阵列的方式分布在建筑物迎风面的外表面,建筑物楼顶为 Zigbee 协调器以及 Zigbee 网络与 IP 网络转换模块,这样实测数据可以由任何接入互联网的计算机访问,并作数据分析处理。具体网络结构如图 1 所示。

无线传感器单元的硬件设计

图 2 表明了无线传感器硬件部分设计的整体框架,可以分为数据采集单元,数据处理单元,数

资助信息 厦门市科技计划项目(3502Z20113005)资助。

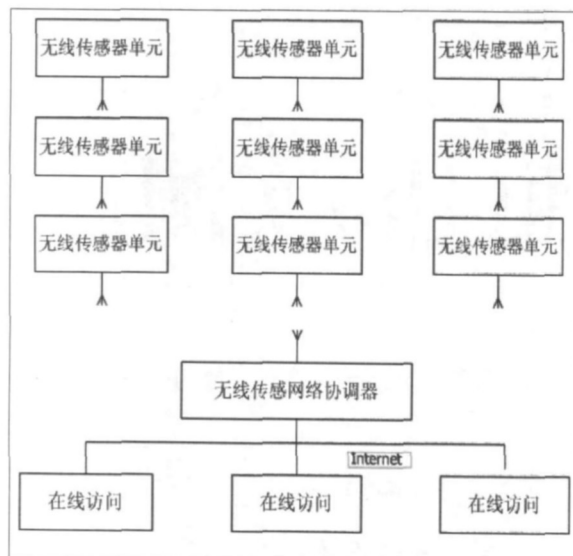


图1 测风 Zigbee 网络结构图

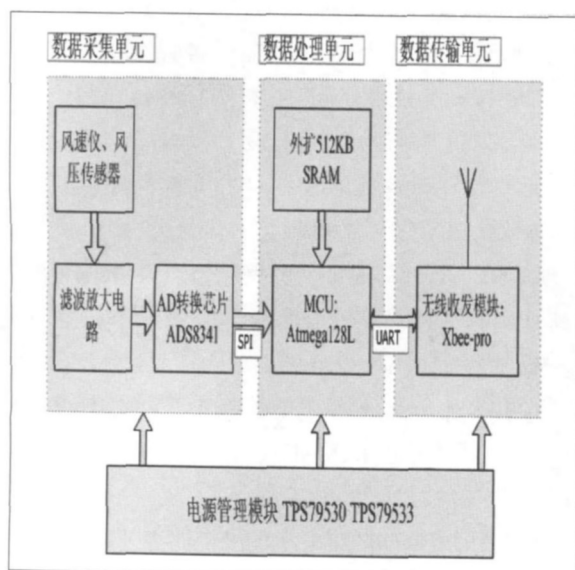


图2 无线传感器硬件设计

据传输单元和电源管理模块。

1. 数据采集单元

传感器可以根据需要分别为风速仪与风压计,传感器信号经过放大滤波电路,经过 ADS8341 芯片(4 通道的 16 位 A/D 转换器)转换变为数字信号。

2. 数据处理单元

数据采集单元采集到的数据通过 SPI 口发到 Atmega128 上,Atmega128 对数据进行转存,同时也可以对数据进行简单的处理。

主控芯片选择 Atmel 公司的 8bit ATmega128L 微处理器来处理数据。该芯片有 128KB 的 ROM,可以满足我们这套系统软件程序存储的要求。另外该芯片还有 4KB 的 SRAM,无法满足数据存储的要求,因此在硬件设计中加入扩展的 512KB SRAM(BS62LV4006EC 是一款高性能、低功耗的 CMOS SRAM 外扩存储器)与 ATmega128L 相连,数据采集单元采集的数据以及经过计算处理后的数据可以存放在外扩 SRAM 中。

3. 数据传输单元

数据处理单元的数据通过 UART 到达 Xbee-pro 模块,由 Xbee-pro 模块将信号发送出去。

Xbee-pro 模块是由美国 Digi 公司生产的 zig- bee 模块,工作频率 2.4GHz,传输速率 250kbps,发送功耗为 100mw(20dbm),性能稳定,具有很强的自愈,自组织能力。

Xbee-pro 模块可以工作在 AT 模式与 API 模式下,AT 模式操作较简单,无须按指定帧结构发送数据,适用于采集子节点。API 模式是按一定帧格式收发数据,可以显示地址信息,协调器工作在 API 模式下,可以很好的控制整个网络的路由器以及普通节点。

软件体系结构

节点上的软件体系大致可以分为 3 块,底层驱动程序有 UART, SPI, 定时器和外部中断。系统软件分别实现数据发送,数据存储,AD 转换。数据收发部分主要是 xbee-pro 模块上的 zigbee 协议栈程序。数据存储以及 AD 转换在 128 单片机内部状态机实现。最上层的应用程序,如 fft 变换函数,功率谱密度函数等。

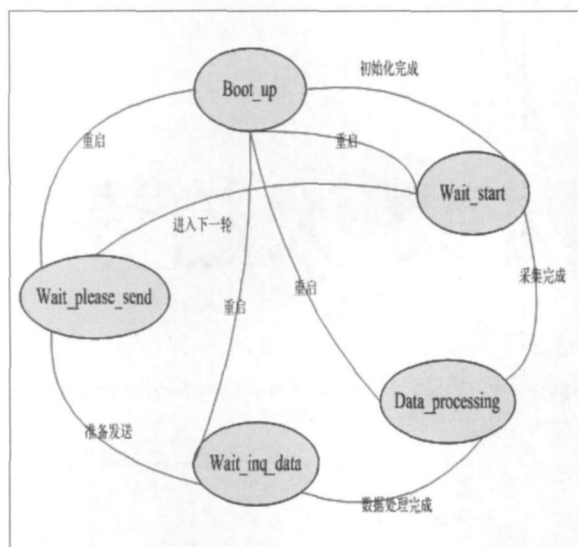


图 3 单片机 Atmega128 状态机

1. 单片机状态机

单片机上的状态机流程，如图 3 所示。Atmega128 单片机在上电后首先进入状态 boot_up，进行一些初始化过程，如外扩存储器的使能。然后会收到 pc 机的 start 命令，节点开始采集数据，并且按照顺序存放在外扩存储器中。同时可根据 pc 机的要求做一些数据处理如功率谱计算、相关函数计算等初步的数据处理。同时进入 Wait_inq_data 状态，若收到 inquire data 命令，进入下一个 wait_pls_send 状态，待节点收到

控制终端发送的 please send 命令后，开始发送数据，数据发送无误重新进入 wait_start 状态，若发送错误会被通知重新发送。为了提高其运行的稳定性，单片机上的各个状态可以任意跳转，提高纠错能力。

2. Xbee-pro 模块发送过程

当模块通过串口收到数据流并且开始将其组装成包，同时退出空闲模式并开始尝试将数据包发往目的地址的节点。为了能够正常通信，所有模块必须配置成工作在同样的信道和网络 ID。如果先前路径并不已知，节点将会进行路由发现从而找到一条通往目的节点的路径。如果未能找到相匹配的目的节点，这个转发的数据包将会被丢弃。在建立起路由路径之后，数据就会进行发送。如果路由发现建立路径失败，数据包也将会被丢弃[4]。

结束语

整套系统各个硬件模块都是选取当前性能比较好，使得整套系统运行稳定，同时软件结构也考虑到很多出错情况，并有相应的纠错重发机制，综合起来这套基于 Zigbee 技术的无线传感器网络能够适应室外多变的环境中，实时准确的测试台风风速与风压，为建筑物的抗灾防灾提供保障。

参 考 文 献

- [1] 王亚勇, 张自平, 贺军. 深圳地王大厦测振、测风实验研究, 建筑结构学报, 1998
- [2] 卢旦, 李承铭, 王国俭. 上海金茂大厦风振响应的 CFD 非稳态数值模拟分析, 土木工程学报, 2008
- [3] 顾明, 匡军, 全涌. 上海环球中心大楼顶部风速实测数据分析, 振动与冲击, 2009
- [4] Xbee/Xbee-PRO 2.4 RF Modules Datasheet